

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局



(43) 国際公開日  
2004年8月26日 (26.08.2004)

PCT

(10) 国際公開番号  
WO 2004/071719 A1

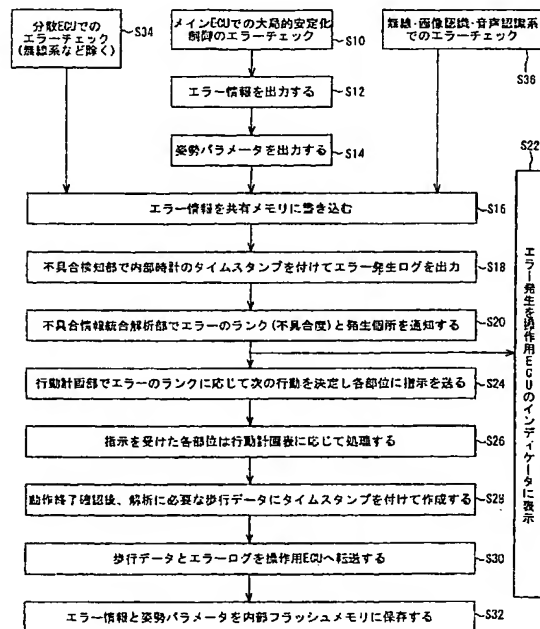
- (51) 国際特許分類: B25J 19/06, 5/00
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2003/001579
- (22) 国際出願日: 2003年2月14日 (14.02.2003)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 本田技研工業株式会社 (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒107-8556 東京都港区南青山二丁目1番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 小川 直秀 (OGAWA, Naohide) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 河口 裕一郎 (KAWAGUCHI, Yuichiro)

- [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 相原 雅樹 (AIHARA, Masaki) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP). 松本 隆志 (MATSUMOTO, Takashi) [JP/JP]; 〒351-0193 埼玉県和光市中央一丁目4番1号 株式会社本田技術研究所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 吉田 豊 (YOSHIDA, Yutaka); 〒170-0013 東京都豊島区東池袋一丁目20番2号 池袋ホワイトハウスビル816号 Tokyo (JP).
- (81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, TJ,

[続葉有]

(54) Title: ABNORMALITY DETECTOR OF MOVING ROBOT

(54) 発明の名称: 移動ロボットの異常検知装置



- S10... ERROR CHECK OF GENERAL STABILIZATION CONTROL AT MAIN ECU
- S12... OUTPUT ERROR INFORMATION
- S14... OUTPUT ATTITUDE PARAMETERS
- S16... WRITE ERROR INFORMATION IN SHARED MEMORY
- S18... OUTPUT ERROR GENERATION LOG WHILE ATTACHING TIME STAMP OF INTERNAL CLOCK AT TROUBLE DETECTING SECTION
- S20... INFORM THE RANK (DEGREE) OF ERROR AND OCCURRING POSITION THEREOF AT TROUBLE INFORMATION INTEGRATED ANALYZING SECTION
- S22... INDICATE OCCURRENCE OF ERROR ON INDICATOR OF OPERATING ECU
- S24... DETERMINE NEXT ACTION DEPENDING ON THE ERROR RANK AT ACTION PLANNING SECTION AND DELIVER INSTRUCTION TO EACH PART
- S26... EACH PART PERFORMS PROCESSING ACCORDING TO ACTION PLAN UPON RECEIVING DESIGNATION
- S28... AFTER CONFIRMING END OF OPERATION, GENERATE WALKING DATA REQUIRED FOR ANALYSIS WHILE ATTACHING TIME STAMP
- S30... TRANSFER WALKING DATA AND ERROR LOG TO OPERATING ECU
- S32... STORE ERROR INFORMATION AND ATTITUDE PARAMETERS IN INTERNAL FLASH MEMORY
- S34... ERROR CHECK AT DISTRIBUTED ECU (EXCLUDING RADIO SYSTEM, AND THE LIKE)
- S36... ERROR CHECK AT RADIOIMAGE RECOGNITION/VOICE RECOGNITION SYSTEM

(57) Abstract: An abnormality detector of a moving robot (1) arranged such that self-diagnosis is made in the abnormality detector of the moving robot whether the internal state quantity has an abnormal value or not or whether at least any one, e.g. an inner field sensor, is abnormal or not, abnormality information is delivered when a decision is made that an abnormality has occurred, degree of abnormality is determined based on that information and the moving robot makes a transition to a stable state depending on the degree of abnormality thus determined. Abnormality detection results can thereby be utilized effectively and a transition can be made appropriately to a stable state depending on the degree of abnormality thus determined.

[続葉有]

WO 2004/071719 A1



TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, SI, SK, TR), OAPI

添付公開書類:

— 国際調査報告書

2 文字コード及び他の略語については、定期発行される各 *PCT* ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

---

(57) 要約: 移動ロボット(1)の異常検知装置において内部の状態量が異常な値か否か、あるいは内界センサなどの少なくともいずれかが異常か否か自己診断し、異常と判定されたとき、その異常情報を出力し、それに基づいて異常の不具合度を判定すると共に、判定された不具合度に応じ、移動ロボットを安定な状態に移行させるように構成したので、異常検知結果を効果的に活用することができる。また、判定された不具合度に応じて安定な状態に移行させるように構成したので、その移行も適切なものとすることができる。

## 明細書

## 移動ロボットの異常検知装置

## 5 技術分野

本発明は移動ロボットの異常検知装置に関する。

## 背景技術

移動ロボット、例えば脚式移動ロボットの異常検知装置としては、特願 2 0 0  
10 1 - 1 5 0 3 7 4 号公報記載の技術が知られている。この技術においては、システム内の異常を自己診断すると共に、診断結果を音声による自然な会話形式で音声出力装置および通信インターフェースを介してユーザ（操作者）に出力している。

しかしながら、上記した従来技術においては、診断結果を出力するのみで、異常  
15 などが生じたときにロボットを安定な状態に移行させる点については何等対策するものではなかった。

## 発明の開示

従って、この発明の目的は上記した不都合を解消し、異常が生じたか否か自己  
20 診断すると共に、異常が生じたときは不具合度を判定し、それに応じてロボットを安定な状態に移行させ、よって異常検知結果を効果的に活用するようにした移動ロボットの異常検知装置を提供することにある。

この発明は、上記した課題を解決するために、請求の範囲第 1 項に記載する如く、駆動モータと、内部の状態量を測定する内界センサとを少なくとも備え、搭載  
25 されたマイクロコンピュータからなる制御ユニットにおいて少なくとも前記内界センサの出力から得た状態量に基づいて前記駆動モータを作動させて移動する移動ロボットの異常を検知する異常検知装置において、前記制御ユニットが、前記状態量が異常な値か否か、あるいは前記内界センサおよび駆動モータを少なくとも含む前記ロボットの搭載機器の少なくともいずれかが異常か否か自己診断す

る自己診断手段、前記自己診断手段によって異常と判定されたとき、その異常情報を出力する異常情報出力手段、前記異常情報出力手段の出力を入力して前記異常情報に基づいて異常の不具合度を判定する不具合度判定手段、および前記判定された不具合度に応じ、前記ロボットを安定な状態に移行させる安定状態移行手段を備える如く構成した。このように、状態量が異常な値か否かあるいは内界センサなどの少なくともいずれかが異常か否か自己診断し、異常と判定されたとき、その異常情報を出力し、それに基づいて異常の不具合度を判定すると共に、判定された不具合度に応じ、ロボットを安定な状態に移行させるように構成したので、移動ロボットの異常検知結果を効果的に活用することができる。また、判定された不具合度に応じて安定な状態に移行させるように構成したので、その移行も適切なものとすることができる。尚、この明細書において「異常」とは正常ではない全ての場合を意味し、劣化、故障、損傷などあらゆる事象によって正常ではないことを意味する。

また、この発明は、後述する請求の範囲第2項に記載する如く、前記安定状態移行手段は、前記判定された不具合度に応じ、所定の行動計画表に基づいて前記ロボットを安定な状態に移行するように制御する如く構成した。このように、判定された不具合度に応じ、所定の行動計画表に基づいて安定な状態に移行するように制御する如く構成したので、前記した効果に加え、安定状態への移行も一層適切なものとすることができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第3項に記載する如く、さらに、前記判定された不具合度を、前記制御ユニットに設けられた内部メモリに格納すると共に、前記ロボットの外部に設けられた外部メモリに格納する不具合度格納手段を備える如く構成した。このように、判定された不具合度を内部メモリに格納すると共に、外部メモリに格納するようにしたので、前記した効果に加え、移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第4項に記載する如く、前記不具合度格納手段は、前記不具合度判定手段の出力と前記ロボットの状態量を示すパラメータを、前記内部メモリに格納すると共に、前記外部メモリに格納する如く構成した。このように、不具合度とロボットの状態量を示すパラメータを内部メモリ

に格納すると共に、外部メモリに格納する如く構成したので、前記した効果に加え、異常になるに到った経緯を一層正確に把握することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を一層向上させることができると共に、その状態量を考慮して安定な状態に移行させることが可能となり、安定状態への移行も一層適切なもの

5 とすることができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第5項に記載する如く、前記制御ユニットは、少なくとも目標操作量を入力し、前記目標操作量を満足するように制御対象である前記ロボットの目標挙動を出力する動力学モデルに基づき、少なくとも前記動力学モデルと前記ロボットの状態量の偏差に応じた前記目標値の修正量

10 を少なくとも前記動力学モデルに付加的に入力して前記動力学モデルの挙動を修正する動力学モデル挙動修正手段と、および前記動力学モデルの挙動を追従するように、前記駆動モータの作動を制御する制御手段とを備えるものであると共に、前記自己診断手段は、前記動力学モデルと前記ロボットの状態量の偏差が所定範囲にないとき、前記状態量が異常な値と自己診断する如く構成した。このよう

15 に、上記した制御を行うときも動力学モデルとロボットの状態量の偏差が所定値を超えると、状態量が異常な値と自己診断する如く構成したので、前記した効果に加え、状態量の異常を精度良く検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができ、よって安定状態への移行も一層適切なもの

20 とすることができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第6項に記載する如く、前記ロボットが、少なくとも上体と、前記上体に関節を介して揺動可能に連結されると共に、先端に関節を介して足部が連結される複数本の脚部リンクを備える脚式移動ロボットであり、前記内界センサが前記上体の鉛直軸に対する傾斜を示す出力を生じる傾斜計を含むと共に、前記自己診断手段は、前記傾斜計の出力が所定範囲にな

25 いとき、前記傾斜計が異常と自己診断する如く構成した。これにより、前記した効果に加え、内界センサとしての傾斜計の異常を精度良く検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができ、よって安定状態への移行も一層適切なものとする

30 とすることができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第7項に記載する如く、前記ロボット

が、少なくとも上体と、前記上体に関節を介して揺動可能に連結されると共に、先端に関節を介して足部が連結される複数本の脚部リンクを備える脚式移動ロボットであり、前記内界センサが前記関節の角度、角速度および角加速度の少なくともいずれかを示す出力を生じる角度検出器を含むと共に、前記自己診断手段は、前記角度検出器の出力が所定範囲にないとき、前記角度検出器が異常と自己診断する如く構成した。これにより、前記した効果に加え、内界センサとしての角度検出器の異常を精度良く検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができ、よって安定状態への移行も一層適切なものとすることができる。

10 また、この発明は、後述する請求の範囲第8項に記載する如く、前記搭載機器が、撮像した画像を示す出力を生じる外界センサを含む如く構成した。これにより、前記した効果に加え、搭載機器として外界センサを含むときも、その異常を検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができ、よって安定状態への移行も一層適切なものとすることができる。

15 また、この発明は、後述する請求の範囲第9項に記載する如く、前記搭載機器が、前記ロボットに作用する床反力を測定する床反力検出器を含むと共に、前記自己診断手段は、前記床反力検出器の出力が所定範囲にないとき、前記床反力検出器が異常と自己診断する如く構成した。これにより、前記した効果に加え、搭載機器として床反力検出器を含むときも、その異常を精度良く検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができ、よって安定状態への移行も一層適切なものとすることができる。

20 また、この発明は、後述する請求の範囲第10項に記載する如く、前記搭載機器が前記駆動モータに供給される電流および前記駆動モータの温度を検出するセンサ群を含むと共に、前記自己診断手段は、前記検出された電流および温度の少なくともいずれかがそれぞれ設定される所定範囲にないとき、前記駆動モータが異常と自己診断する如く構成した。これにより、前記した効果に加え、駆動モータの異常を精度良く検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができ、よって安定状態への移行も一層適切なものとすることができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第 1 1 項に記載する如く、前記搭載機器が、前記制御ユニットおよび前記駆動モータに通電するバッテリーおよびその電圧を示す出力を生じる電圧センサを含むと共に、前記自己診断手段は、前記電圧センサの出力が所定値未満のとき、前記バッテリーが異常と自己診断する如く構成した。これにより、前記した効果に加え、バッテリーの異常を精度良く検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができ、よって安定状態への移行も一層適切なものとすることができる。尚、ここで、「バッテリーの異常」は、バッテリーの出力電圧が所期の値を出力している場合を正常とみなすことを前提とする。

また、この発明は、後述する請求の範囲第 1 2 項に記載する如く、前記搭載機器が、操作者との音声による交信を可能とする音声認識装置を含む如く構成した。これにより、搭載機器として音声認識装置を含むときもその異常を検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができ、よって安定状態への移行も一層適切なものとすることができる。

また、この発明は、後述する請求の範囲第 1 3 項に記載する如く、さらに、前記ロボットの外部に配置されて前記外部メモリを含む、マイクロコンピュータからなる操作用制御ユニットと、および前記制御ユニットと前記操作用制御ユニットを通信自在に接続する通信手段とを備えると共に、前記自己診断手段は、前記通信手段が異常か否か自己診断する如く構成した。これにより、通信手段を含むときもその異常を検知することができて移動ロボットの異常検知の信頼性を向上させることができ、よって安定状態への移行も一層適切なものとすることができる。

#### 図面の簡単な説明

第 1 図は、この発明の一つの実施の形態に係る移動ロボットの異常検知装置が対象とする移動ロボット、具体的には脚式移動ロボットの正面図である。

第 2 図は、第 1 図に示すロボットの側面図である。

第 3 図は、第 1 図に示すロボットをスケルトンで示す説明図である。

第 4 図は、第 3 図に示す制御ユニットなどの構成を詳細に示すブロック図であ

る。

第5図は、第4図に示す、大局的安定化制御計算部の動作を説明するブロック図である。

5 第6図は、第3図に示す移動ロボットの異常検知装置の動作を示すフロー・チャートである。

第7図は、第6図フロー・チャートで使用される行動計画表を示す説明図である。

第8図は、第6図フロー・チャートのサブルーチン・フロー・チャートである。

10 第9図は、第8図フロー・チャートの処理を説明するタイム・チャートである。

第10図は、第6図フロー・チャートのサブルーチン・フロー・チャートである。

15 第11図は、第6図フロー・チャートのサブルーチン・フロー・チャートである。

第12図は、第10図および第11図フロー・チャートの処理を説明するタイム・チャートである。

発明を実施するための最良の形態

20 以下、添付図面を参照してこの発明の一つの実施の形態に係る移動ロボットの異常検知装置を説明する。

第1図はこの実施の形態に係る移動ロボットの異常検知装置が対象とする移動ロボット、具体的には脚式移動ロボットの正面図、第2図はその側面図である。尚、脚式移動ロボットとしては、2足のヒューマノイド型（人間型）のロボット  
25 を例にとる。

第1図に示すように、脚式移動ロボット（以下「ロボット」という）1は、複数本、より具体的には2本の脚部リンク2を備えると共に、その上方には上体（基体）3が設けられる。上体3のさらに上方には頭部4が形成されると共に、上体3の両側には2本の腕部リンク5が連結される。また、第2図に示すように、上



体 3 の背部には格納部 6 が設けられ、その内部には制御ユニット（後述）などが収容される。尚、第 1 図および第 2 図に示すロボット 1 は、内部構造を保護するためのカバーで被覆される。

第 3 図はロボット 1 をスケルトンで示す説明図であるが、同図を参照してその  
5 内部構造を関節を中心に説明すると、図示の如く、ロボット 1 は、左右それぞれの脚部リンク 2 および腕部リンク 5 に、11 個の電動モータ（駆動モータ）で動力化された 6 個の関節を備える。

即ち、ロボット 1 は、腰部（股部）に、脚部リンク 2 を鉛直軸（Z 軸あるいは鉛直軸）まわりに回旋する関節を構成する電動モータ（駆動モータ）10R, 1  
10 0L（右側を R、左側を L とする。以下同じ）と、脚部リンク 2 をピッチ（進行）方向（Y 軸まわり）に駆動（揺動）する関節を構成する電動モータ 12R, 12L と、脚部リンク 2 をロール（左右）方向（X 軸まわり）に駆動する関節を構成する 14R, 14L を備えると共に、膝部に脚部リンク 2 の下部をピッチ方向（Y 軸まわり）に駆動する膝関節を構成する電動モータ 16R, 16L を備え、  
15 さらに足首に脚部リンク 2 の先端側をピッチ方向（Y 軸まわり）に駆動する足（足首）関節を構成する電動モータ 18R, 18L とロール方向（X 軸まわり）に駆動する足（足首）関節を構成する電動モータ 20R, 20L を備える。

上記したように、第 3 図において、関節はそれを構成する（そこに配置される）電動モータの回転軸線（あるいは電動モータの動力を伝える伝動要素（プーリ  
20 など）の回転軸線）で示す。尚、脚部リンク 2 の先端には足部（足平）22R, 22L が取着される。

このように、脚部リンク 2 の股関節（腰関節）には電動モータ 10R（L）, 12R（L）, 14R（L）がそれらの回転軸線が直交するように配置されると共に、足関節（足首関節）には電動モータ 18R（L）, 20R（L）がそれらの  
25 の回転軸線が直交するように配置される。尚、股関節と膝関節は大腿リンク 24R（L）で、膝関節と足関節は下腿リンク 26R（L）で連結される。

脚部リンク 2 は股関節を介して上体 3 に連結されるが、第 3 図では上体 3 を上体リンク 28 として簡略的に示す。前記したように、上体 3 には腕部リンク 5 が連結される。

腕部リンク 5 も、脚部リンク 2 と同様に構成される。即ち、ロボット 1 は、肩部に、腕部リンク 5 をピッチ方向に駆動する関節を構成する電動モータ 30 R, 30 L とロール方向に駆動する関節を構成する電動モータ 32 R, 32 L を備え  
ると共に、その自由端側を回旋する関節を構成する電動モータ 34 R, 34 L と  
5 、肘部にそれ以降の部位を回旋させる関節を構成する電動モータ 36 R, 36 L  
を備え、さらにその先端側にそれを回旋させる手首関節を構成する電動モータ 38 R, 38 L を備える。尚、手首の先にはハンド（エンドエフェクタ）40 R, 40 L が取着される。

即ち、腕部リンク 5 の肩関節には電動モータ 30 R (L), 32 R (L), 34 R (L) がそれらの回転軸線が直交するように配置される。尚、肩関節と肘関節とは上腕リンク 42 R (L) で、肘関節と手首関節とは下腕リンク 44 R (L) で連結される。

また、頭部 4 は、鉛直軸まわりの首関節 46 と、それと直交する軸まわりに頭部 4 を回転させる頭部揺動機構 48 を介して上体 3 に連結される。第 3 図（および第 2 図）に示す如く、頭部 4 の内部には撮像した画像を示す信号を出力する、  
15 CCD カメラからなる視覚センサ（外界センサ）50 が配置されると共に、レーザおよびマイクロフォンからなる音声入出力装置 52 が配置される。

上記の構成により、脚部リンク 2 は左右の足について合計 12 の自由度からなる 6 個の関節を与えられ、歩行中にこれらの 6 個の関節を適宜な角度で駆動することで、足全体に所望の動きを与えることができ、任意に 3 次元空間を歩行させることができる。また、腕部リンク 5 も左右の腕について合計 10 の自由度からなる 6 個の関節を与えられ、これらの 6 個の関節を適宜な角度で駆動することで所望の作業を行わせることができる。さらに、頭部 4 は 2 つの自由度からなる関節あるいは揺動機構を与えられ、これらを適宜な角度で駆動することにより所望  
25 の方向に頭部 4 を向けることができる。

10 R (L) などの電動モータのそれぞれには内界センサとしてロータリエンコーダ（角度検出器。第 4 図に 56 とのみ示す）が設けられ、電動モータの回転軸の回転を通じて対応する関節の角度、加速度、および角加速度の少なくともいずれかを示す信号を出力する。

足部 22R (L) には公知の 6 軸力センサ (床反力検出器。外界センサ) 58 が取着され、ロボットに作用する外力の内、接地面からロボットに作用する床反力の 3 方向成分  $F_x$ ,  $F_y$ ,  $F_z$  とモーメントの 3 方向成分  $M_x$ ,  $M_y$ ,  $M_z$  を示す信号を出力する。

5      さらに、上体 3 には内界センサとして傾斜計 (姿勢センサ) 60 が設置され、鉛直軸に対する上体 3 の傾き (傾斜角度) とその角速度の少なくともいずれか、即ち、ロボット 1 の上体 3 の傾斜 (姿勢) などの状態量を示す信号を出力する。傾斜計 60 は、メインジャイロと、メインジャイロと別体に並設されると共に、メインジャイロが異常のときに代替使用されるサブジャイロを備える。

10      第 2 図に示す如く、ロボット 1 の上体 3 の下部にはバッテリー 64 が内蔵されると共に、背中側の格納部 6 にはマイクロコンピュータからなるメイン制御ユニット (以下「メイン ECU」という) 68 が収納される。

また、前記した股関節、膝関節、足関節、肩関節、肘関節および手首関節の付近には、同様にマイクロコンピュータからなる分散制御ユニット (以下「分散 ECU」という) 70, 72, 74, 76, 78, 80 が配置される。

さらに、6 軸力センサ 58 およびバッテリー 64 用としてそれらの付近には分散 ECU 82, 84 が配置されると共に、頭部 4 の機器用として適宜位置には分散 ECU 86 が配置される。分散 ECU 86 は視覚センサ 50 が出力する画像信号を入力し、視覚センサ 50 と共に画像を介してロボット 1 が位置する環境を認識する画像認識系を構成する。

また、音声入出力装置 52 の入出力も分散 ECU 86 に接続され、分散 ECU 86 はレシーバを通して操作者の音声による指示を認識すると共に、その出力をマイクロフォンを通して音声として操作者に送出し、よって音声入出力装置 52 と共に音声による交信を可能とする音声認識系を構成する。

25      このように、分散 ECU はロボット 1 に合計 16 個設けられる。バッテリー 64 は直流電圧 40 [V] の容量を備え、これら分散 ECU 群の動作電圧源として機能する他、10R (L) などの電動モータおよびメイン ECU 68 などの動作電圧源として機能する。バッテリー 64 の通電回路の適宜位置には電圧センサ 90 (第 4 図に示す) が配置され、バッテリー 64 の出力電圧を示す信号を出力する。

第3図の下部に示すように、メインECU68と独立に、ロボット1の外部には、マイクロコンピュータからなる操作者用の操作制御ユニット（以下「操作作用ECU」という）94が設けられる。即ち、格納部6にはメインECU68と操作作用ECU94を無線を介して通信自在に接続する通信装置96が設けられ、

5 無線系を構成する。操作作用ECU94にはインディケータ（図示せず）が配置される。

第4図はメインECU68などの構成を機能的に示すブロック図であるが、同図を参照してメインECU68などの構成をさらに詳細に説明すると、メインECU68は制御部68a、大局的安定化制御計算部68b、共有メモリ68cな

10 どを備え、前記したロータリエンコーダ56、6軸力センサ58、傾斜計60、電圧センサ90などの出力はメインECU68に入力された後、共有メモリ68cに格納される。

制御部68aは脚制御部、腕制御部および頭制御部を備え、脚制御部は、予め生成された歩容パラメータと共有メモリ68cに格納されたロボット1の状態量を

15 を示す傾斜計60などの出力および6軸力センサ58からなる外界センサの出力に基づき、10R（L）などの電動モータ（駆動モータ）をそれぞれモータドライバ100を介して作動させ、脚部リンク2を駆動して移動するように制御を行う。尚、モータドライバ100は、第2図、第3図に示す如く、格納部6の内部に回路ユニットとして収容される。

第5図は大局的安定化制御計算部68bの後述する動作を説明するブロック図であるが、図示の如く、歩容パラメータは、上体3と足部22の位置および姿勢（向き）からなる運動パラメータと、ZMP（Zero Moment Point）で定義される床反力パラメータとから構成される。尚、『位置』はX, Y, Z座標系で、『姿勢』はX, Y, Z軸に対する角度で示される。従って、「傾斜」も、姿勢のパラメータの一部である。

20

歩容は1歩（両脚支持期の初期から片脚支持期の終端）の間の運動軌跡（軌道）と床反力軌跡（軌道）からなり、一連の歩行は1歩の歩容が複数個つながったものとする。

また、制御部68aにあつて、腕制御部は作業内容に従って前記腕部リンク5

を駆動制御すると共に、頭制御部は画像認識系の指示に従って頭部揺動機構 4 8 を駆動制御する。

大局的安定化制御計算部 6 8 b は、共有メモリ 6 8 c に格納されたロボット 1 の状態量を示す傾斜計 6 0 などの出力および 6 軸力センサ 5 8 からなる外界センサの出力に基づき、第 5 図に示す如く、少なくとも目標操作量（具体的にはモーメント、より具体的には、目標 ZMP まわりのモデル操作モーメント  $M_{md1}$ ）を入力し、前記目標値を満足するように制御対象であるロボット 1 の目標挙動を出力する動力学モデル（ロボット振動動力学モデル）に基づき、少なくとも前記動力学モデルとロボット 1 の状態量、より具体的には傾斜計 6 0 を通じて測定した上体 3 の鉛直軸に対する傾斜（傾斜角度）の偏差  $\theta_{err}$  に応じた前記目標値（目標 ZMP まわりのモデル操作モーメント  $M_{md1}$ ）の修正量を少なくとも前記動力学モデルに付加的に入力して前記動力学モデルの挙動を修正する動力学モデル挙動修正手段（実傾き偏差制御フィードバック則）を備えると共に、前記動力学モデルの挙動を追従するように、10 R（L）などの電動モータ（駆動モータ）の作動を制御する制御手段、具体的には 10 R（L）などの電動モータを駆動して前記関節を変位制御する関節変位制御手段（変位コントローラ）とを備える。尚、その詳細は、先に本出願人が特開平 5 - 3 3 7 8 4 9 号公報に記載されているので、これ以上の説明は省略する。

さらに、操作用 ECU 9 4 はメモリ 9 4 a を備え、メモリ 9 4 a は外部メモリとして機能する。また、10 R（L）などの電動モータの通電回路には電流センサ 10 2 が設けられて電動モータに供給される通電電流を示す信号を出力すると共に、電動モータの適宜位置には温度センサ 10 4 が設けられてその温度を示す信号を出力する。

次いで、この発明の特徴である異常検知（エラーチェック）について第 6 図フロー・チャートを参照して説明する。尚、第 6 図フロー・チャートに示すプログラムは、2.5 msec ごとに実行される。

まず、S 10 においてメイン ECU 6 8 の大局的安定化制御計算部 6 8 b は、状態量、即ち、前記した動力学モデルとロボット 1 の傾斜角度の偏差（傾き偏差） $\theta_{err}$ 、より詳しくは X 軸方向の偏差  $\theta_{errx}$  および Y 軸方向の偏差  $\theta_e$

r r yがそれぞれ所定角度（例えば20度）を超えるか否か判断することでエラーチェック（異常検知（自己診断））を行う。

大局的安定化制御計算部68bは偏差がそれぞれ所定範囲にあれば正常と判断すると共に、X軸方向あるいはY軸方向の偏差が所定範囲にないときは状態量が異常な値であると判断してS12に進み、エラー情報（異常情報）、即ち、偏差 $\theta_{errx}$ あるいは $\theta_{erry}$ が過大である旨のエラー情報を出力し、次いでS14に進み、そのときの姿勢パラメータを出力する。姿勢パラメータは前記した上体3などの位置・姿勢パラメータに加え、偏差 $\theta_{err}$ およびロボット1が起動されてからの時間も含む。

10 次いでS16に進み、大局的安定化制御計算部68bは、エラー情報を共有メモリ68cに書き込む。尚、第4図に示す如く、エラー情報は、不具合検知部68dにも送られる。

従って、S18で不具合検知部68dは、内部時計のタイムスタンプを付けたエラー発生ログ（記録）を出力、即ち、エラー情報（異常情報）を異常が発生した日時を付して出力する。不具合検知部68dの出力は、不具合情報統合解析部68eに送られる。

従って、S20で不具合情報統合解析部68eは、エラーのランク（不具合度）を行動計画部68fに通知、即ち、エラー情報に基づいてエラー（異常）のランク（不具合度）を判定し、判定結果と発生箇所（この場合、大局的安定化制御計算部68b）を示す出力を生じる。また、S22で無線系を介して操作用ECU94に出力を送り、そのインディケータに表示してエラー（異常）が検知されたことを操作者に報知する。

従って、S24で行動計画部68fは、エラーのランクに応じて次の動作（行動）を決定し、各部位（制御部68aなど）に指示を送る、即ち、判定された不具合度に応じ、ロボット1を安定な状態に移行させる制御を行う、具体的には、判定された不具合度に応じ、所定の行動計画表に基づいてロボット1が安定な状態に移行するように歩行の停止などの安定状態移行制御を指示する。従って、S26で指示を受けた各部位（制御部68aなど）は、行動計画表に従って制御を行う。

第7図は、その行動計画表を示す説明図である。図示の如く、大局的安定化制御においてはランク（不具合度）はFATALとされ、その場合はロボット1を直ちに停止させるように、制御部68aに指令がなされる。尚、ランク（不具合度）は以下からなる。

5 FATAL... エラー（異常）の程度が大きいことを意味する。従って、その場合はロボットを直ちに停止させるように制御が行われる。

WARNING... エラー（異常）の程度が中程度なことを意味する、従って、その場合はロボットを直には停止させず、その1歩、即ち、動作中の1歩の歩行動作が終了するまで制御を継続すると共に、それが終了した後に停止させ  
10 る安定状態移行制御が行われる。

SMALL... エラー（異常）の程度が軽微なことを意味する、従って、その場合は操作者に報知する程度に止め、ロボットの停止制御は行わないこととする。

第6図フロー・チャートの説明に戻ると、次いでS28において行動計画部6  
15 8fは、ロボット1の動作が終了したのを確認した後、この場合はロボット1が直ちに停止したのを確認した後、エラーの解析に必要な歩行データ（具体的には、前記した運動パラメータと床反力パラメータなど）にタイムスタンプを付けて作成する。

次いでS30に進み、歩行データとエラーログ（記録）を操作用ECU94に  
20 無線系を介して転送し、そのメモリ（外部メモリ）94aに保存（格納）する。次いでS32に進み、エラーコード（異常情報）と姿勢パラメータを内部フラッシュメモリ（内部メモリ）68gに保存（格納）する。

上記はメインECU68が行う大局的安定化制御の異常検知であるが、次いで（頭部用の分散ECU86を除く）分散ECU70から84までのエラーチェッ  
25 ク（異常検知）について説明すると、S34でそれを行う。

第8図は、S34のエラーチェックを示すサブルーチン・フロー・チャートである。

以下説明すると、S100において70から84までの15個の分散ECUでそれぞれ出力が所定範囲にあるかなど判断することでエラーチェック（異常検知

）を行う。具体的には、10R（L）などの電動モータ、ロータリエンコーダ56および傾斜計60などの内界センサ、および6軸力センサ（外界センサ）58の出力などが所定範囲にないか否か判断することでエラーか否かチェック（自己診断）する。

5 より具体的には、10R（L）などの電動モータに関しては、前記したように、電流センサ102および温度センサ104の出力から検出された通電電流および温度をそれぞれ設定される所定範囲にあるか否か判断し、検出された通電電流および温度の少なくともいずれかがそれぞれ設定される所定範囲にないとき、エラーと判断する。

10 また、ロータリエンコーダ56および傾斜計60に関しては、出力（傾斜計60の場合はメインジャイロの出力）から検出された値（傾斜角度）が所定範囲にあるか否か判断し、その出力が所定範囲にないとき、エラーと判断（自己診断）する。尚、傾斜計60のエラー検知は、例えば分散ECU70が行う。

6軸力センサ用の分散ECU82に関しては、同様に、6軸力センサ58の出力が所定範囲にあるか否か判断し、センサ出力が所定範囲にないとき、エラーと判断（自己診断）する。

バッテリー用の分散ECU84に関しては、電圧センサ90の出力から検出されたバッテリー64の出力電圧を所定値と比較し、出力電圧が所定値未満となったとき、バッテリー60がエラーと判断（自己診断）する。

20 エラーと判断されたときは、S102に進み、エラー情報をメインECU68に転送する。第9図はそれらの処理を示すタイム・チャートである。

次いで頭部用の分散ECU86のエラーチェックについて説明すると、S36でそれを行う。

第10図は、その中の無線系のエラーチェックを示すサブルーチン・フロー・チャートである。

以下説明すると、S200で無線系のデバイス（イーサネット（登録商標）のアダプタなど）が使用できないか、あるいはネットワーク処理結果が所定範囲外の値か（またはネットワーク処理結果が所定範囲外の値を検知しているか）否かチェック（自己診断）し、肯定されるときはS202に進み、エラー情報をメイ



ンECU68に転送する。

また、第11図は、その中の画像認識系および音声認識系のエラーチェックを示すサブルーチン・フロー・チャートである。

以下説明すると、S300でリクエストに対して実行できない、あるいは結果  
5 が所定範囲外か否かチェック（自己診断）し、肯定されるときはS302に進み、メインECU68にエラー情報を転送する。第12図は、それら無線系および画像・音声認識系の処理を示すタイム・チャートである。

第6図フロー・チャートの説明に戻ると、メインECU68は、分散ECUからエラー情報の送信がある場合、S16でエラー情報を共有メモリ68cに書き  
10 込み、S18に進んでタイムスタンプを付けてエラー発生ログを出力し、S20以降に進んで前記したような処理を行う。

ここで、分散ECUからエラー情報が出力された場合のS24における行動計画部の処理について第7図を参照して説明すると、10R(L)などの電動モータが異常と判断された場合、前記したように、異常情報に基づいて異常の不具合  
15 度（ランク）がFATAL, WARNING, SMALLと判定され、FATALと判定されるときは、ロボット1を直ちに停止させる安定状態移行制御が実行される。

また、WARNINGと判定されるときは、ロボット1の動作中の1歩が終了するまではそれまでの制御が継続されると共に、SMALLと判定されるときは  
20 、操作者に報知するに止め、ロボット1の制御はそのまま継続される。

尚、上記した3種類の不具合度（ランク）は分散ECUのエラー検知についてのみ用意され、それ以外のエラーの場合は1種類の不具合度のみが用意される。即ち、傾斜計60に関してはエラーと判断された場合、FATALとのみ判定され、その場合の行動はメイロジャイロに代えてサブジャイロの出力を使用してロ  
25 ボット1を直ちに停止させる安定状態移行制御が実行される。

6軸力センサ58に関してはエラーと判断された場合、同様にFATALとのみ判定され、その場合の行動はセンサの理論値を使用してロボット1を直ちに停止させる安定状態移行制御が実行される。

また、電源系（バッテリー64）に関してはエラーと判断された場合、WARN

INGとのみ判定され、その場合は、ロボット1の歩行動作が終了するまではそれまでの制御が継続される。これは、無線系、音声認識系および画像認識系に関しても同様である。即ち、かかる場合はロボット1の転倒の可能性が少ないことから、その動作終了までは制御を継続するようにした。尚、かかる場合、所定時間、例えば1min（分）間、出力がないとき、直ちにロボット1を停止させるような制御を行っても良い。

上記の如く、この実施の形態においては、ロボット1の状態量が異常な値か否か、あるいは傾斜計60など内界センサ、あるいは10R（L）などの電動モータなどの少なくともいずれかが異常か否か自己診断し、異常と判定されたとき、その異常情報を出力し、それに基づいて異常の不具合度（ランク）を判定すると共に、判定された不具合度に応じ、ロボット1を安定な状態に移行させるように構成したので、異常検知結果を効果的に活用することができる。また、判定された不具合度に応じて安定な状態に移行させるように構成したので、その移行も適切なものとすることができる。

さらに、判定された不具合度に応じ、所定の行動計画表に基づいて安定な状態に移行するように制御する如く構成したので、安定状態への移行も一層適切なものとすることができる。

また、不具合度（ランク）とロボット1の状態量を示すパラメータ（姿勢パラメータ）を内部フラッシュメモリ68gに格納すると共に、外部メモリ94aに格納する如く構成したので、異常になるに到った経緯を一層正確に把握することができて異常検知の信頼性を一層向上させることができると共に、その状態量を考慮して安定な状態に移行させることが可能となり、安定状態への移行も一層適切なものとすることができる。

また、大局的安定化制御を行うときも動力学モデルとロボット1の状態量の偏差 $\theta_{err}$ が所定値を超えると、状態量が異常な値と自己診断する如く構成したので、状態量の異常を精度良く検知することができて異常検知の信頼性を向上させることができ、よって安定状態への移行も一層適切なものとすることができる。

このように、この実施の形態にあつては、駆動モータ（電動モータ10R（L

）など）と、内部の状態量を測定する傾斜計 60 などの内界センサとを少なくとも備え、搭載されたマイクロコンピュータからなる制御ユニット（メイン ECU 68）において少なくとも前記内界センサの出力から得た状態量に基づいて前記駆動モータを作動させ（駆動し）て移動する移動ロボットの異常を検知する異常

5 検知装置において、より具体的には、少なくとも上体 3 と、前記上体に関節を介して揺動可能に連結されると共に、先端に関節を介して足部 22 が連結される複数本、より具体的には 2 本の脚部リンク 2 と、前記関節をそれぞれ駆動する駆動モータ（電動モータ 10R（L）など）と、少なくとも内部の状態量を測定する傾斜計 60 などの内界センサとを備え、搭載されたマイクロコンピュータからなる

10 制御ユニット（メイン ECU 68）において少なくとも前記内界センサの出力から得た状態量に基づいて前記駆動モータ（電動モータ）を作動（駆動し）て移動する脚式移動ロボットの異常を検知する異常検知装置において、前記制御ユニットが、前記状態量が異常な値か否か、あるいは前記内界センサおよび駆動モータ（電動モータ）を少なくとも含む前記ロボットの搭載機器の少なくともいずれ

15 かが異常か否か自己診断する自己診断手段（メイン ECU 68、分散 ECU 70 から 86、S10、S34、S36、S100、S200、S300）、前記自己診断手段によって異常と判定されたとき、その異常情報を出力する異常情報出力手段（メイン ECU 68、S18）、前記異常情報出力手段の出力を入力して前記異常情報に基づいて異常の不具合度（エラーのランク）を判定する不具合度

20 判定手段（メイン ECU 68、S20）、および前記判定された不具合度に応じ、前記ロボットを安定な状態に移行させる安定状態移行手段（メイン ECU 68、S24）を備える如く構成した。

また、前記安定状態移行手段は、前記判定された不具合度（エラーのランク、より具体的には FATAL, WARNING, SMALL）に応じ、所定の行動

25 計画表に基づいて前記ロボットを安定な状態に移行するように制御する如く構成した。

さらに、前記判定された不具合度を、前記制御ユニットに設けられた内部メモリ（内部フラッシュメモリ 68g）に格納すると共に、前記ロボットの外部に設けられた外部メモリ 94a に格納する不具合度格納手段（メイン ECU 68、S

30, S32)を備える如く構成した。

また、前記不具合度格納手段（メインECU68, S30, S32）は、前記不具合度判定手段の出力と前記ロボットの状態量を示すパラメータ（姿勢パラメータ）を、前記内部メモリに格納すると共に、前記外部メモリに格納する如く構成した。

また、前記制御ユニットは、少なくとも目標操作量を入力し、前記目標操作量を満足するように制御対象である前記ロボットの目標挙動を出力する動力学モデルに基づき、少なくとも前記動力学モデルと前記ロボットの状態量の偏差に応じた前記目標値の修正量を少なくとも前記動力学モデルに付加的に入力して前記動力学モデルの挙動を修正する動力学モデル挙動修正手段（大局的安定化制御計算部68b）と、および前記動力学モデルの挙動を追従するように、前記駆動モータ（電動モータ）の作動を制御する制御手段、より具体的には前記駆動モータ（電動モータ）を駆動して前記関節を変位制御する関節変位制御手段（大局的安定化制御計算部68b）とを備えるものであると共に、前記自己診断手段（メインECU68, S10）は、前記動力学モデルと前記ロボットの状態量の偏差、より具体的には傾斜（角度）の偏差 $\theta_{err}$ が所定範囲にないとき、前記状態量が異常な値と自己診断する如く構成した。

また、前記ロボットが、少なくとも上体3と、前記上体に関節を介して揺動可能に連結されると共に、先端に関節を介して足部22が連結される複数本、より具体的には2本の脚部リンク2を備える脚式移動ロボットであり、前記内界センサが前記上体3の鉛直軸に対する傾斜を示す出力を生じる傾斜計60を含むと共に、前記自己診断手段（分散ECU70, S34, S100）は、前記傾斜計の出力が所定範囲にないとき、前記傾斜計が異常と自己診断する如く構成した。

また、前記ロボットが、少なくとも上体3と、前記上体に関節を介して揺動可能に連結されると共に、先端に関節を介して足部22が連結される複数本、より具体的には2本の脚部リンク2を備える脚式移動ロボットであり、前記内界センサが前記関節の角度、角速度および角加速度の少なくともいずれかを示す出力を生じる角度検出器（ロータリエンコーダ56）を含むと共に、前記自己診断手段（分散ECU70, S34, S100）は、前記角度検出器の出力が所定範囲に

ないとき、前記角度検出器が異常と自己診断する如く構成した。

また、前記搭載機器が、撮像した画像を示す出力を生じる外界センサ（視覚センサ 50）を含む如く構成した。

また、前記搭載機器が、前記ロボットに作用する床反力を測定する床反力検出器（6 軸力センサ 58）を含むと共に、前記自己診断手段（分散 ECU 82, S34, S100）は、前記床反力検出器の出力が所定範囲にないとき、前記床反力検出器が異常と自己診断する如く構成した。

また、前記搭載機器が、前記駆動モータ（電動モータ）に供給される電流および前記駆動モータ（電動モータ）の温度を検出するセンサ群（電流センサ 102、温度センサ 104）を含むと共に、前記自己診断手段（分散 ECU 70 から 80, S34, S100）は、前記検出された電流および温度の少なくともいずれかがそれぞれ設定される所定範囲にないとき、前記駆動モータ（電動モータ）が異常と自己診断する如く構成した。

また、前記搭載機器が、前記制御ユニットおよび前記駆動モータ（電動モータ）に通電するバッテリー 64 およびその電圧を示す出力を生じる電圧センサ 90 を含むと共に、前記自己診断手段（分散 ECU 84, S34, S100）は、前記電圧センサの出力が所定値未満のとき、前記バッテリーが異常と自己診断する如く構成した。

また、前記搭載機器が、操作者との音声による交信を可能とする音声認識装置（音声入出力装置 52 など）を含む如く構成した。

さらに、前記ロボットの外部に配置されて前記外部メモリを含む、マイクロコンピュータからなる操作用制御ユニット（操作用 ECU 94）と、および前記制御ユニットと前記操作用制御ユニットを通信自在に接続する通信手段（通信装置 96）とを備えると共に、前記自己診断手段（分散 ECU 86, S36, S200）は、前記通信手段が異常か否か自己診断する如く構成した。

尚、上記において、駆動モータ（電動モータ）および内界センサなどの異常検知において出力を所定値、換言すれば固定値と比較することで異常を検知したが、テーブルあるいはマップを設けて行っても良い。例えば、電源系（バッテリー 64）に関して説明すると、時間、予定される歩行から推定される仕事量などで推

定バッテリー電圧をテーブルあるいはマップとして設定しておき、それを検索して所定値としても良い。

- 6 軸力センサ 58 に関して言えば、例えば、予想される歩行における距離、時間などからでロボット 1 に作用する床反力の経時的な変化をテーブルあるいはマップとして設定しておき、それを検索して所定値としても良い。

また、移動ロボットとしてヒューマノイド型の脚式移動ロボットを例にとって説明したが、それに限られるものではなく、この発明は、車輪式、クローラ式の移動ロボットに同様に妥当すると共に、脚式移動ロボットとしても 3 本以上の脚部リンクを備えたものにも同様に妥当する。

- 10 また、駆動モータとして電動モータを例にとって説明したが、それに限られるものではなく、この発明は、油圧モータ、空圧モータなどの流体圧モータなどにも同様に妥当する。

#### 産業上の利用可能性

- 15 この発明によれば、移動ロボットの異常検知装置において内部の状態量が異常な値か否か、あるいは内界センサなどの少なくともいずれかが異常か否か自己診断し、異常と判定されたとき、その異常情報を出力し、それに基づいて異常の不具合度を判定すると共に、判定された不具合度に応じ、移動ロボットを安定な状態に移行させるように構成したので、異常検知結果を効果的に活用することがで  
20 きる。また、判定された不具合度に応じて安定な状態に移行させるように構成したので、その移行も適切なものとすることができる。従って、この発明は移動ロボットの異常検知装置などに応用可能である。

## 請求の範囲

1. 駆動モータと、内部の状態量を測定する内界センサとを少なくとも備え、搭載されたマイクロコンピュータからなる制御ユニットにおいて少なくとも前記内界センサの出力から得た状態量に基づいて前記駆動モータを作動させて移動する

5 移動ロボットの異常を検知する異常検知装置において、前記制御ユニットが、

a. 前記状態量が異常な値か否か、あるいは前記内界センサおよび駆動モータを少なくとも含む前記ロボットの搭載機器の少なくともいずれかが異常か否か自己診断する自己診断手段、

10 b. 前記自己診断手段によって異常と判定されたとき、その異常情報を出力する異常情報出力手段、

c. 前記異常情報出力手段の出力を入力して前記異常情報に基づいて異常の不具合度を判定する不具合度判定手段、

および

15 d. 前記判定された不具合度に応じ、前記ロボットを安定な状態に移行させる安定状態移行手段、

を備えることを特徴とする移動ロボットの異常検知装置。

2. 前記安定状態移行手段は、前記判定された不具合度に応じ、所定の行動計画表に基づいて前記ロボットを安定な状態に移行するように制御することを特徴とする請求の範囲第1項記載の移動ロボットの異常検知装置。

20

3. さらに、

e. 前記判定された不具合度を、前記制御ユニットに設けられた内部メモリに格納すると共に、前記ロボットの外部に設けられた外部メモリに格納する不具合度格納手段、

25

を備えたことを特徴とする請求の範囲第1項または第2項記載の移動ロボットの異常検知装置。

4. 前記不具合度格納手段は、前記不具合度判定手段の出力と前記ロボットの状

態量を示すパラメータを、前記内部メモリに格納すると共に、前記外部メモリに格納することを特徴とする請求の範囲第3項記載の移動ロボットの異常検知装置。

- 5 5. 前記制御ユニットは、
- f. 少なくとも目標操作量を入力し、前記目標操作量を満足するように制御対象である前記ロボットの目標挙動を出力する動力学モデルに基づき、少なくとも前記動力学モデルと前記ロボットの状態量の偏差に応じた前記目標値の修正量を少なくとも前記動力学モデルに付加的に入力して前記動力学モデルの
- 10 挙動を修正する動力学モデル挙動修正手段と、
- および
- g. 前記動力学モデルの挙動を追従するように、前記駆動モータの作動を制御する制御手段と、
- を備えるものであると共に、前記自己診断手段は、前記動力学モデルと前記ロボ
- 15 ットの状態量の偏差が所定範囲にないとき、前記状態量が異常な値と自己診断することを特徴とする請求の範囲第1項から第4項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

6. 前記ロボットが、少なくとも上体と、前記上体に関節を介して揺動可能に連結されると共に、先端に関節を介して足部が連結される複数本の脚部リンクを備える脚式移動ロボットであり、前記内界センサが前記上体の鉛直軸に対する傾斜を示す出力を生じる傾斜計を含むと共に、前記自己診断手段は、前記傾斜計の出力が所定範囲にないとき、前記傾斜計が異常と自己診断することを特徴とする請求の範囲第1項から第5項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

25

7. 前記ロボットが、少なくとも上体と、前記上体に関節を介して揺動可能に連結されると共に、先端に関節を介して足部が連結される複数本の脚部リンクを備える脚式移動ロボットであり、前記内界センサが前記ロボットの関節の角度、角速度および角加速度の少なくともいずれかを示す出力を生じる角度検出器を含む



と共に、前記自己診断手段は、前記角度検出器の出力が所定範囲にないとき、前記角度検出器が異常と自己診断することを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 6 項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

5     8. 前記搭載機器が、撮像した画像を示す出力を生じる外界センサを含むことを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 7 項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

10    9. 前記搭載機器が、前記ロボットに作用する床反力を測定する床反力検出器を含むと共に、前記自己診断手段は、前記床反力検出器の出力が所定範囲にないとき、前記床反力検出器が異常と自己診断することを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 8 項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

15    10. 前記搭載機器が、前記駆動モータに供給される電流および前記駆動モータの温度を検出するセンサ群を含むと共に、前記自己診断手段は、前記検出された電流および温度の少なくともいずれかがそれぞれ設定される所定範囲にないとき、前記駆動モータが異常と自己診断することを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 9 項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

20    11. 前記搭載機器が、前記制御ユニットおよび前記駆動モータに通電するバッテリーおよびその電圧を示す出力を生じる電圧センサを含むと共に、前記自己診断手段は、前記電圧センサの出力が所定値未満のとき、前記バッテリーが異常と自己診断することを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 10 項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

25

12. 前記搭載機器が、操作者との音声による交信を可能とする音声認識装置を含むことを特徴とする請求の範囲第 1 項から第 11 項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

13. さらに、

h. 前記ロボットの外部に配置されて前記外部メモリを含む、マイクロコンピュータからなる操作用制御ユニットと、

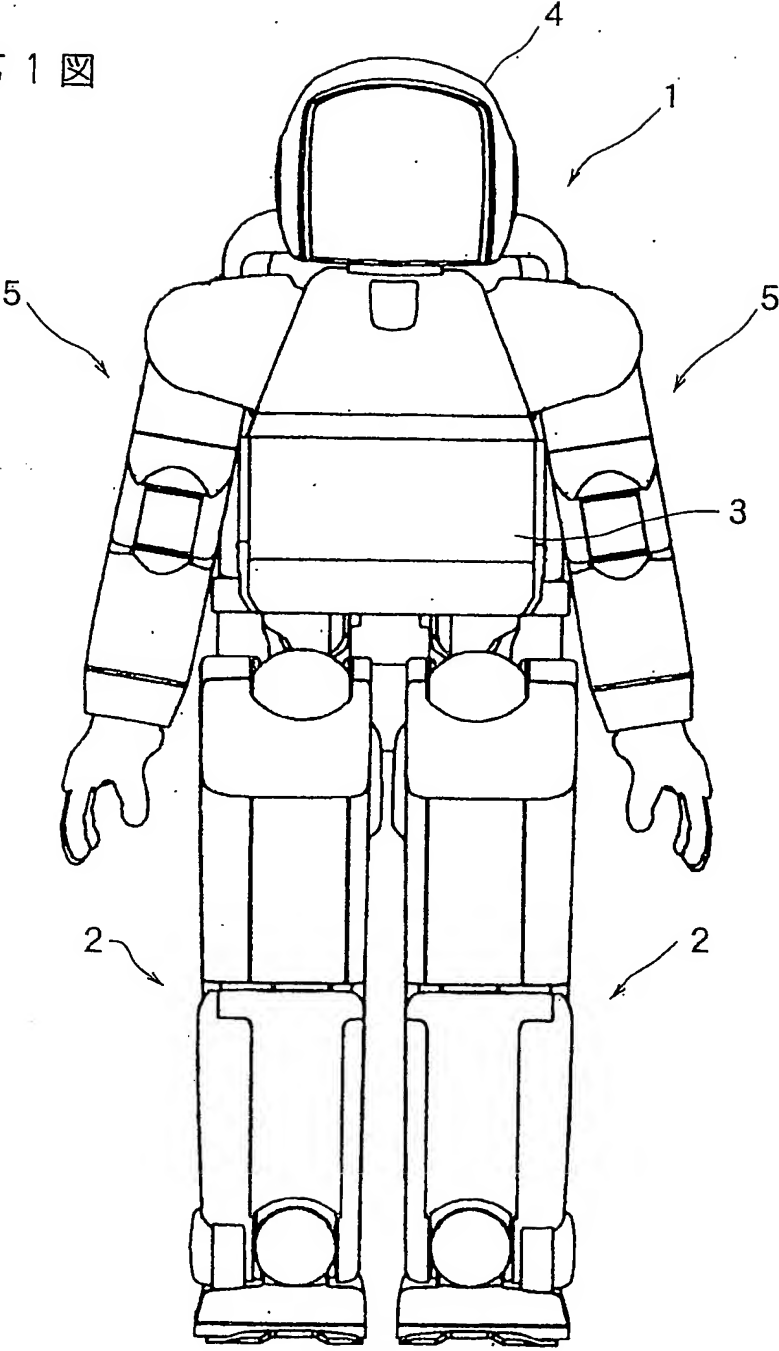
および

- 5 i. 前記制御ユニットと前記操作用制御ユニットを通信自在に接続する通信手段と、

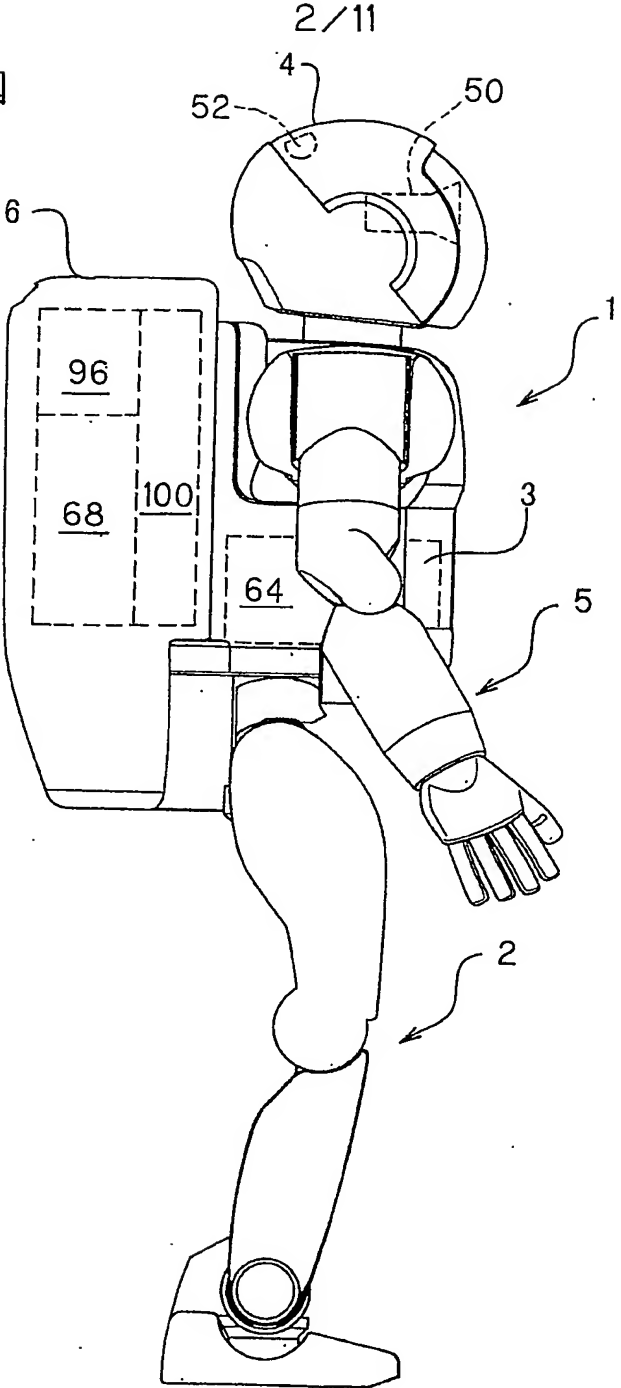
を備えると共に、前記自己診断手段は、前記通信手段が異常か否か自己診断することを特徴とする請求の範囲第1項から第12項のいずれかに記載の移動ロボットの異常検知装置。

1/11

第 1 図

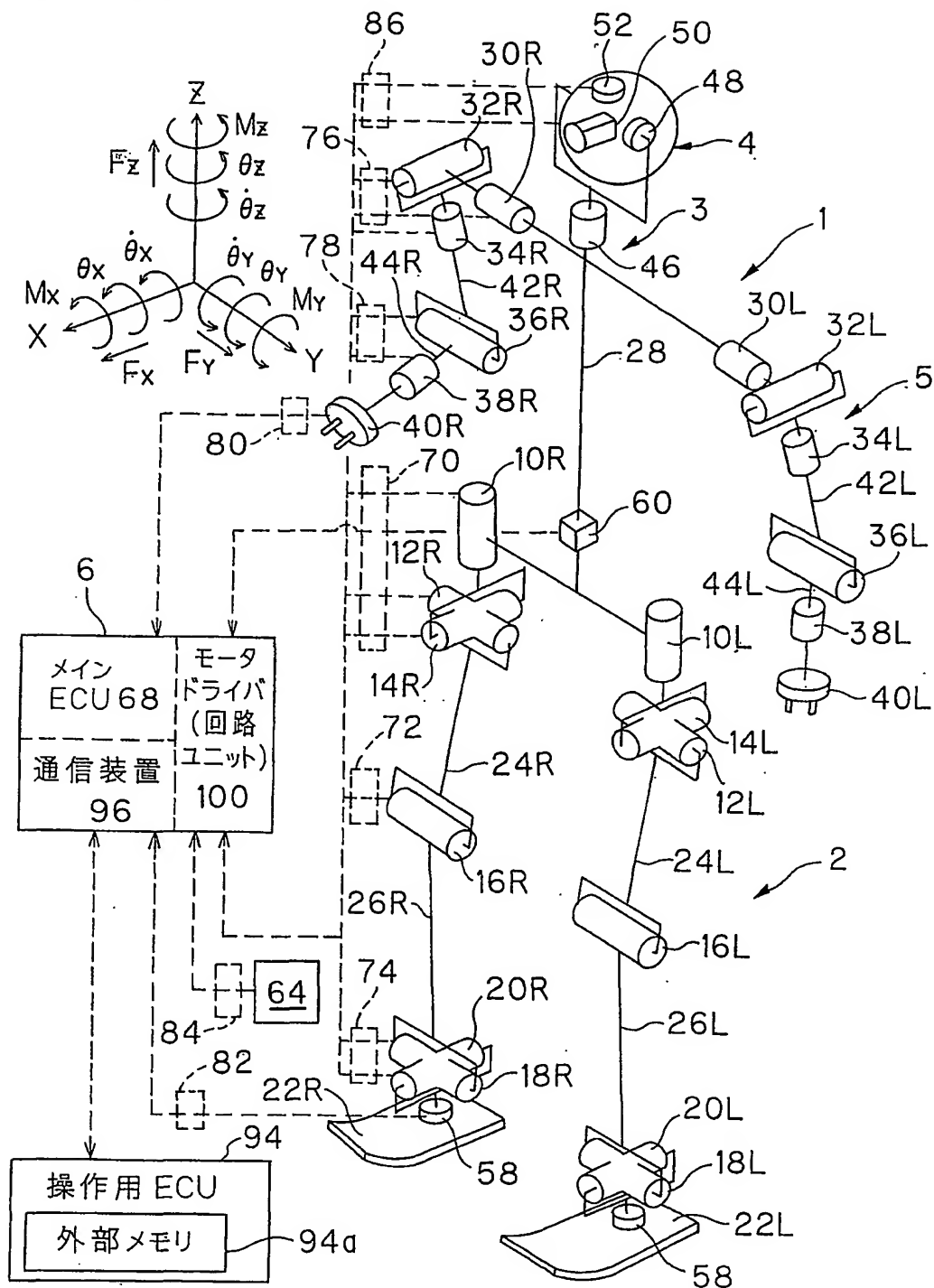


第 2 図



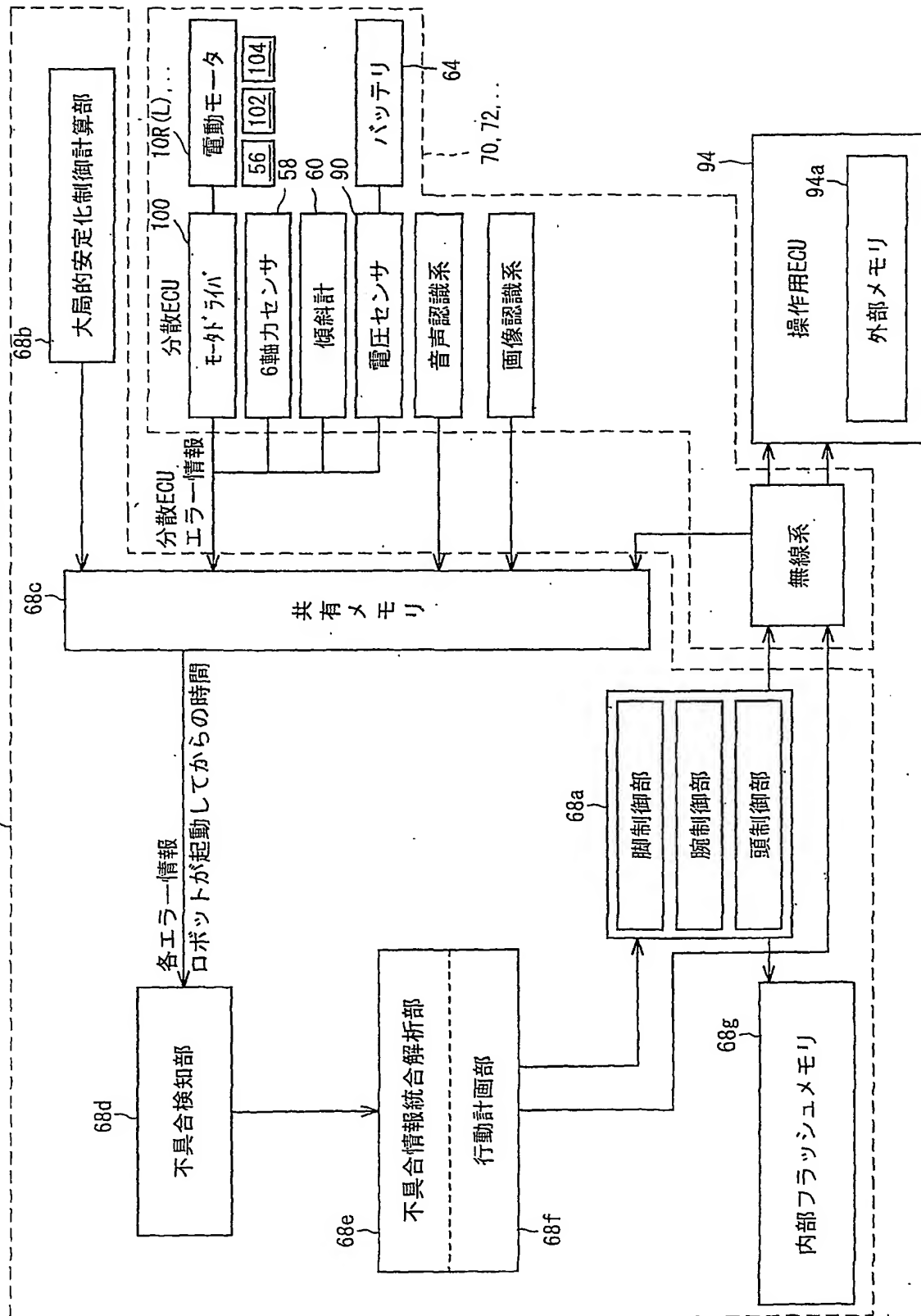
3/11

第 3 図

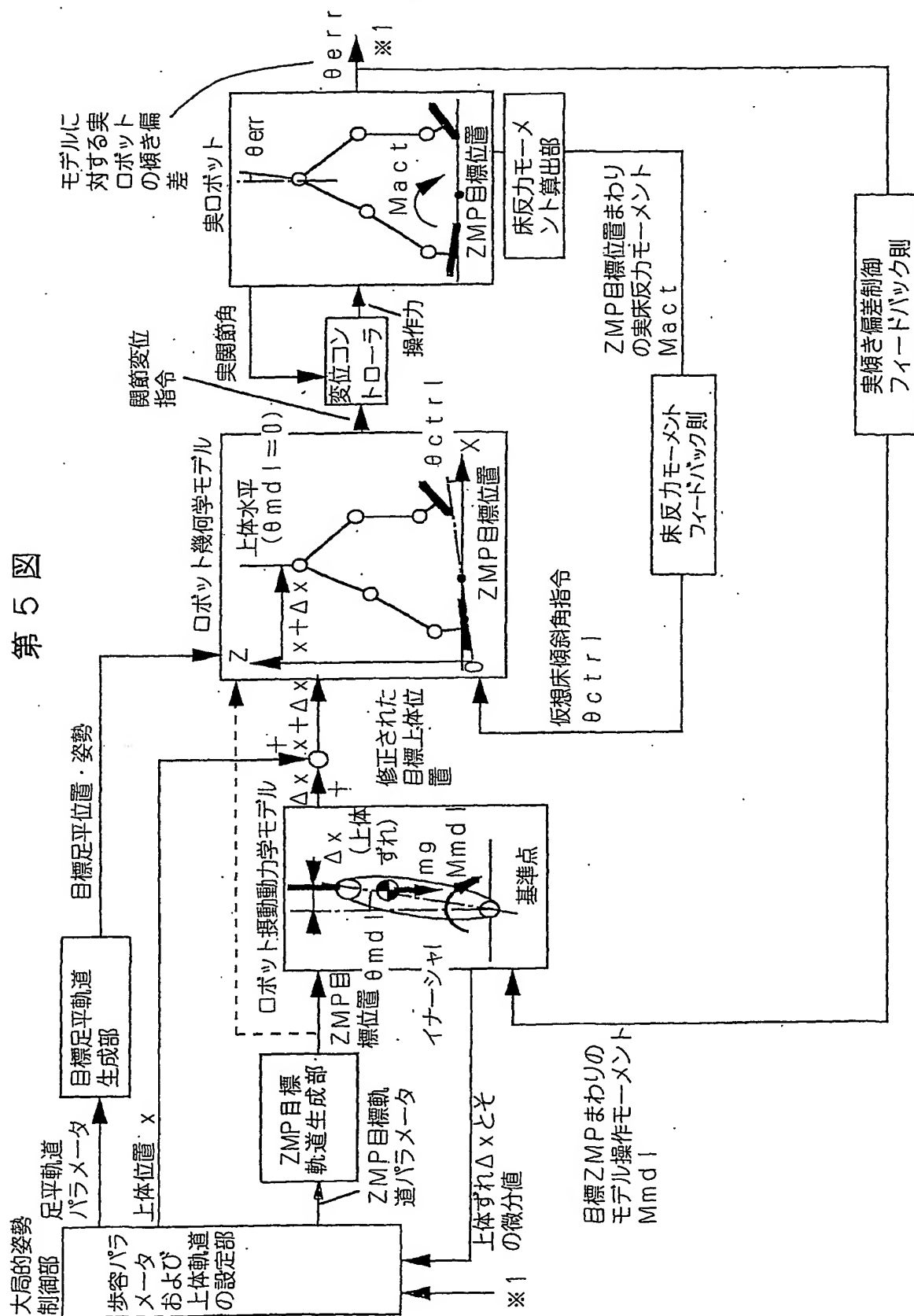


4/11

第 4 図

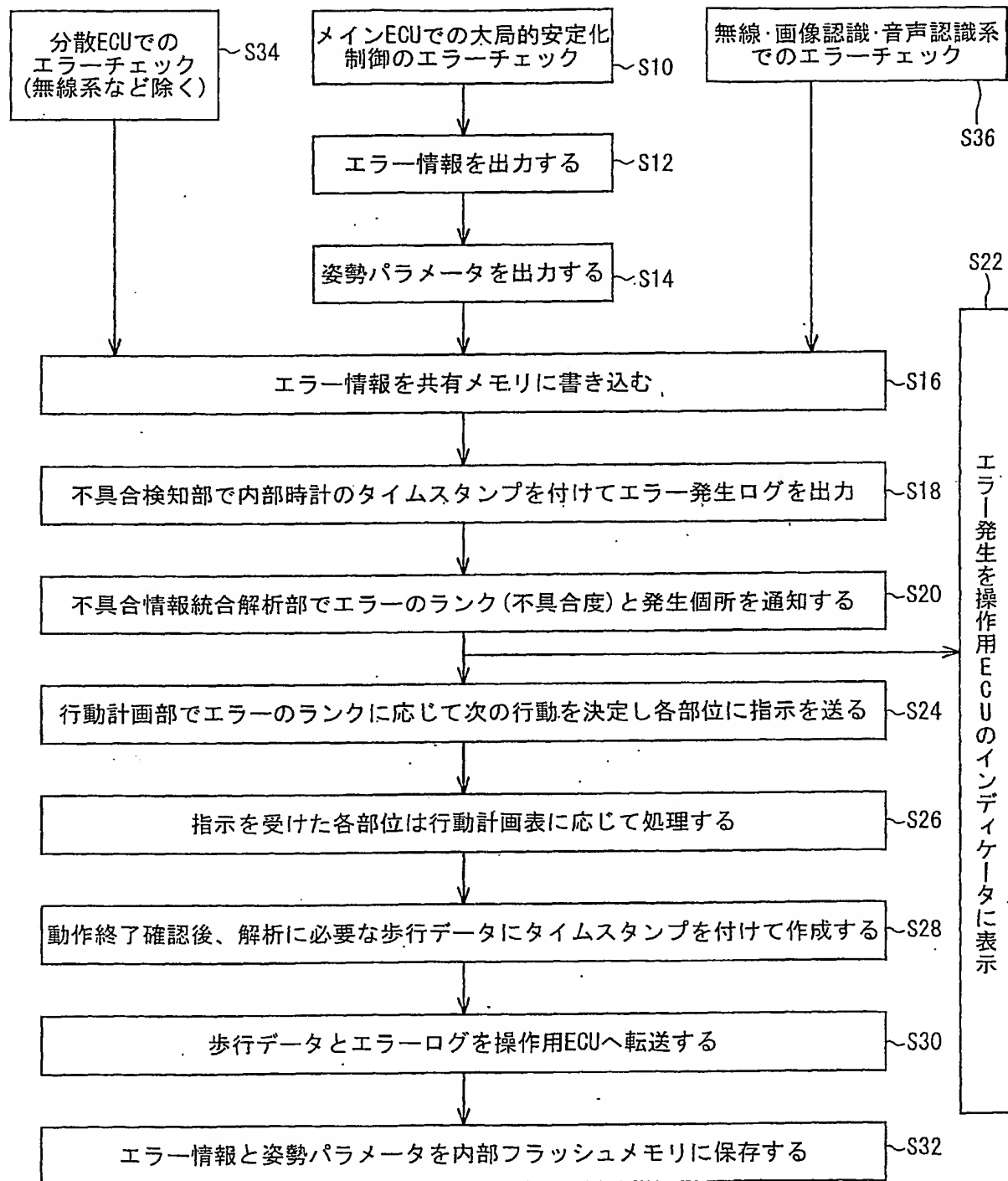


五ノ無



6/11

## 第 6 図





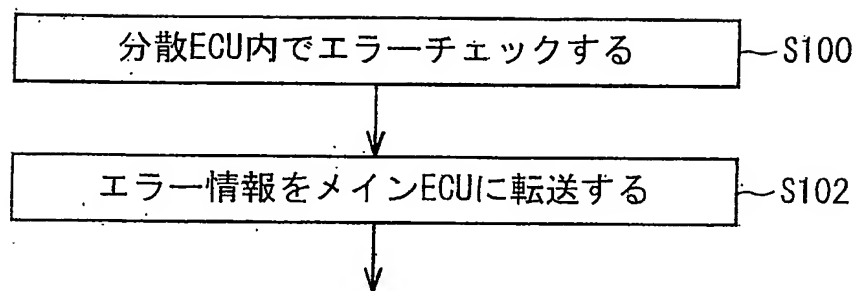
7/11

第 7 図

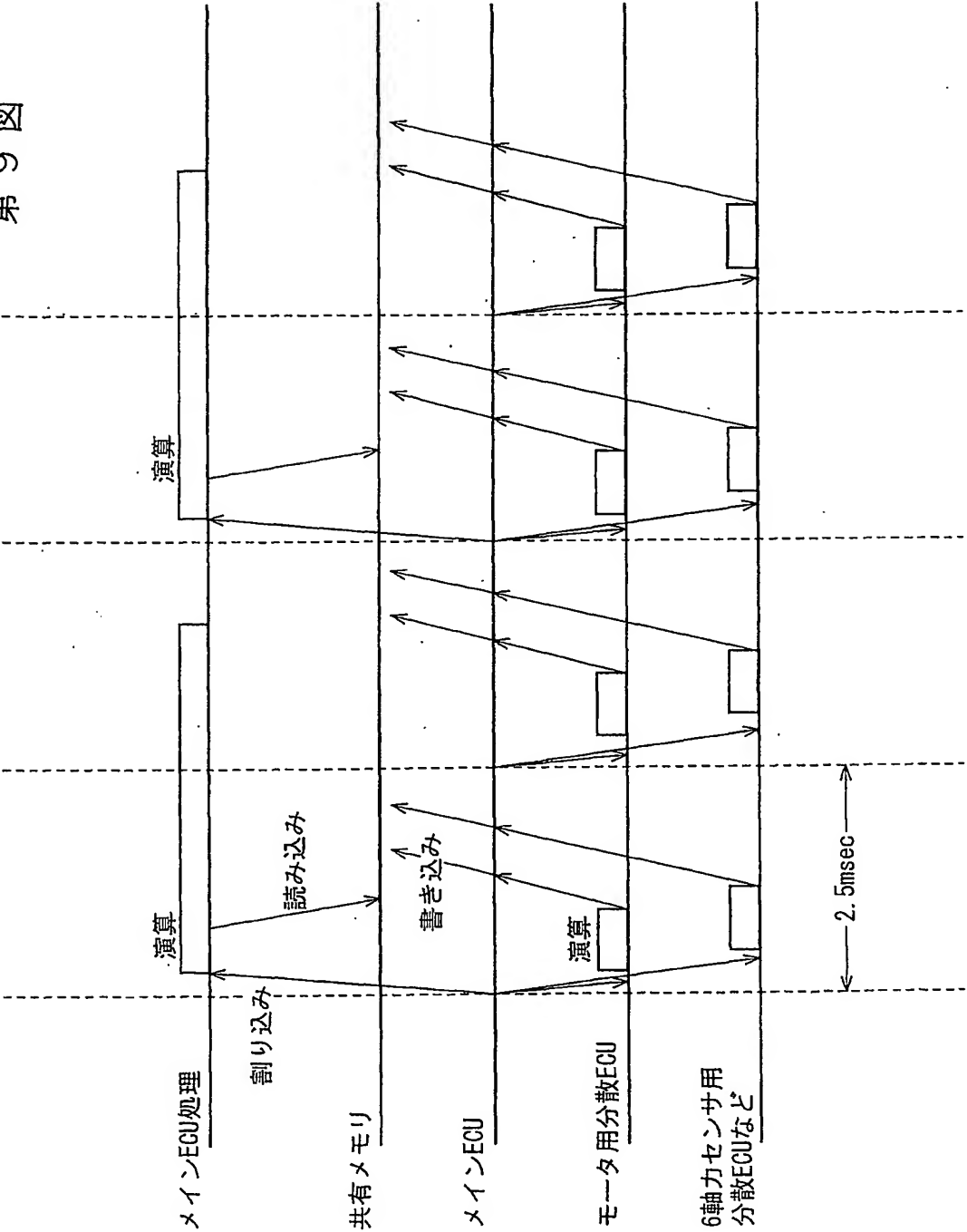
エラーチェック対象	エラーのランク (不具合度)	行動計画 (安定状態移行制御)
大局的安定化制御	FATAL	ロボットを直ちに停止させる ように制御
電動モータ	SMALL	報知してロボットの制御継続
	WARNING	ロボットのその1歩の動作が 終了するまで制御継続
	FATAL	ロボットを直ちに停止させる ように制御
傾斜計	FATAL	サブジャイロに切り替える と共にロボットを停止させるように制御
6軸力センサなど	FATAL	代替値を使用してロボットを 停止させるように制御
バッテリー、無線系 画像・音声認識系	WARNING	ロボットのその1歩の動作が 終了するまで制御継続

8/11

## 第 8 図

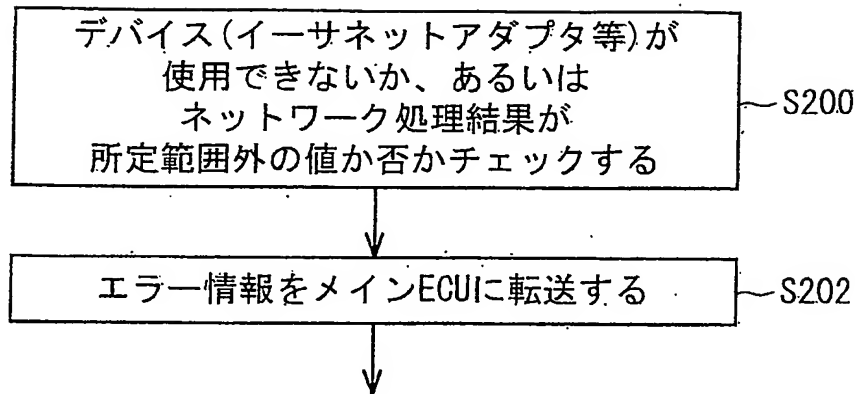


第 9 図

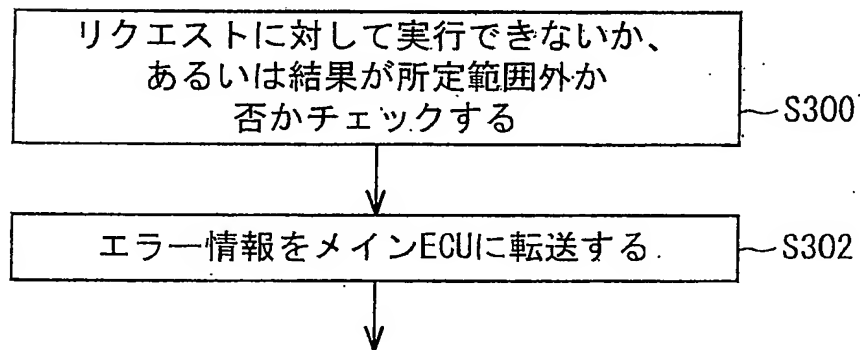


10/11

## 第 10 図

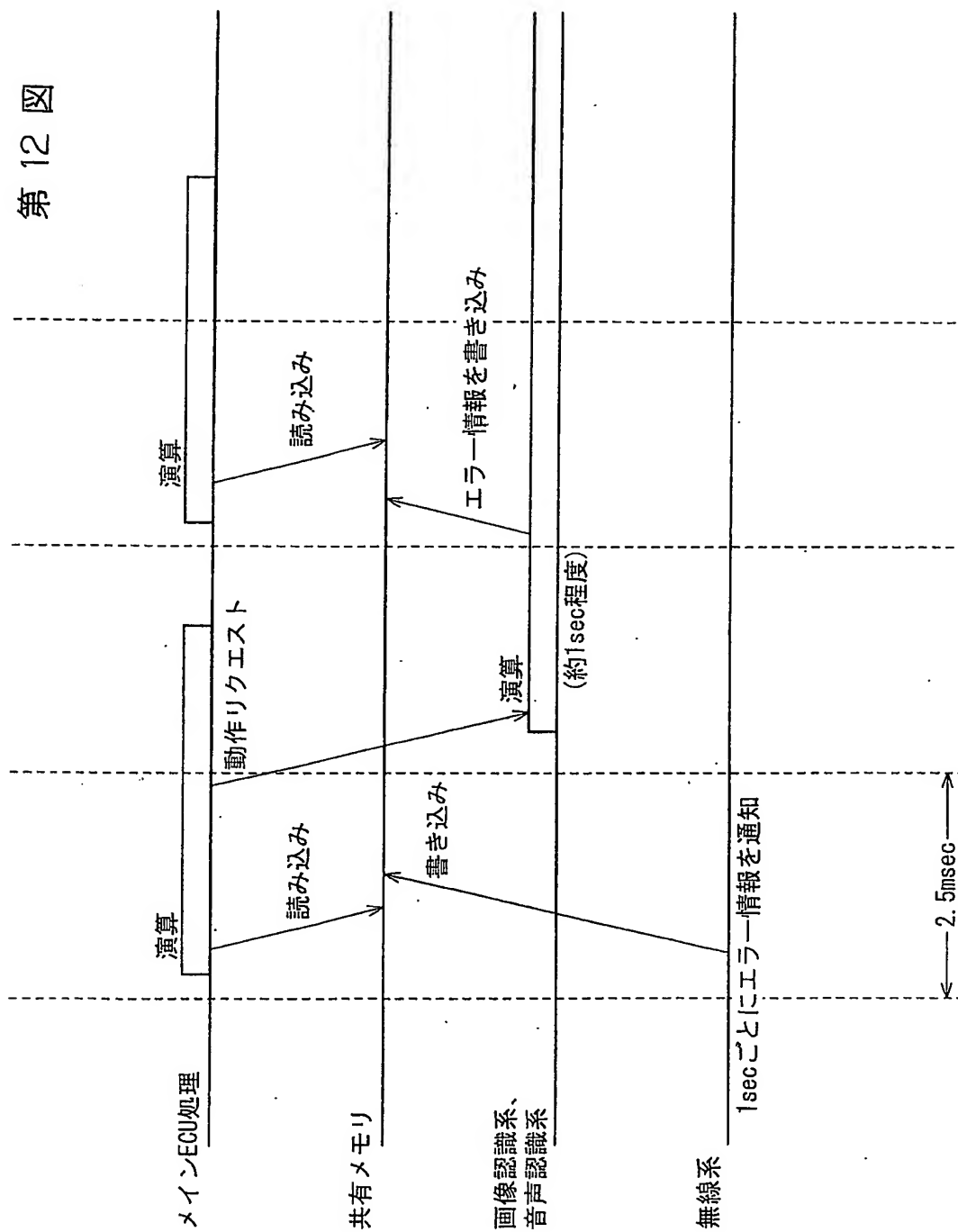


## 第 11 図



11/11

第 12 図



## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>7</sup> B25J19/06, 5/00

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl<sup>7</sup> B25J1/00-21/02, G05B19/18-19/46

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年

日本国登録実用新案公報 1994-2003年

日本国公開実用新案公報 1971-2003年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X Y	US 6064167 A (HONDA GIKEN KOGYO KABUSHIKI KAISHA) 2000.05.16, 全文, 全図 & JP 11-48170 A	1-6, 9 7, 10-13
X Y	JP 2002-144260 A (ソニー株式会社) 2002.05.21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-4, 6, 8, 12 7, 10, 11, 13
Y	EP 1103449 A1 (SONY CORPORATION) 2001.05.30, 全文, 全図 & JP 2001-15037 4 A	7, 10-12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&amp;」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

06.05.03

国際調査報告の発送日

20.05.03

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

八木 誠



3C

9348

電話番号 03-3581-1101 内線 3324

## C (続き). 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	J P 7-334227 A (日本電信電話株式会社) 1995. 12. 22, 全文, 全図 (ファミリーなし)	13